

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-353763

(P 2 0 0 1 - 3 5 3 7 6 3 A)

(43) 公開日 平成13年12月25日 (2001. 12. 25)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B29C 47/08		B29C 47/08	4F207
67/20		67/20	A 4F212
// B29K 23:00		B29K 23:00	
105:04		105:04	
B29L 7:00		B29L 7:00	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全13頁)			

(21) 出願番号	特願2000-180132 (P 2000-180132)	(71) 出願人	000131810 株式会社ジェイエスピー
(22) 出願日	平成12年6月15日 (2000. 6. 15)		東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビル
		(72) 発明者	若林 功一 栃木県鹿沼市武子539-32
		(72) 発明者	栃木県宇都宮市戸祭4-10-16 メゾンK202号 渡辺 義則
		(72) 発明者	青木 基 栃木県鹿沼市下武子町188-66
		(74) 代理人	100077573 弁理士 細井 勇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シート

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 柔軟性、可撓性、圧縮後の厚み回復、吸音性、吸湿性、通気性に優れ、更に引張強さに優れるポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シートの提供。

【解決手段】 孔径0.02~1.0mmの貫通孔が5~100個/cm<sup>2</sup>設けられており、連続気泡率が70%以上、見かけ密度が0.013~0.18g/cm<sup>3</sup>、気泡数が0.3~50個/mm<sup>3</sup>、平均気泡径が下記条件式(1)~(3)を満足する。

$$0.5 \leq X/Z \leq 3.5 \quad \dots\dots (1)$$

$$0.5 \leq Y/Z \leq 3.0 \quad \dots\dots (2)$$

$$0.1 \leq Z \leq 2.0 \quad \dots\dots (3)$$

但し、Xは押出方向の平均気泡径 (mm)、Yは押出方向と直交する幅方向の平均気泡径 (mm)、Zは厚み方向の平均気泡径 (mm) である。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 孔径0.02～1.0mmの貫通孔が5～100個/cm<sup>2</sup>設けられており、連続気泡率が70%以上、見かけ密度が0.013～0.18g/cm<sup>3</sup>

$$\text{【数1】} \quad 0.5 \leq X/Z \leq 3.5 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{【数2】} \quad 0.5 \leq Y/Z \leq 3.0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{【数3】} \quad 0.1 \leq Z \leq 2.0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、Xは押出方向の平均気泡径 (mm)、Yは押出方向と直交する幅方向の平均気泡径 (mm)、Zは厚み方向の平均気泡径 (mm) である。

【請求項2】 見かけ密度が0.013～0.035g/cm<sup>3</sup>

$$\text{【数4】} A = (\text{気泡数 (個/mm}^3) \text{)}^{1/3} \times 10)^2 / \text{貫通孔の数 (個/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

【請求項3】 ポリオレフィン系樹脂がポリエチレン系樹脂である請求項1又は2記載のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シート。

【請求項4】 加温された貫通孔形成用針が設けられている針ロールと受ロールとを用い、該針ロールと受ロールとを回転させながら、ポリオレフィン系樹脂押出発泡シートを針ロールと受ロールとの間隙を通過させることにより貫通孔を形成することを特徴とする請求項1、2又は3に記載のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、クッション材、包装材料、吸音材、吸湿材、防振材、建材等に用いられるポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートに関する、更に詳しくは柔軟性に優れ、十分な引張強さを有するポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、ポリオレフィン系樹脂からなる発泡体としてポリエチレン系樹脂押出発泡体やポリプロピレン系樹脂押出発泡体等が知られている。かかる押出発泡体は、原料のポリオレフィン系樹脂を押出機内で加熱熔融、混練し、更に高温高压下で発泡剤を注入、混練して発泡性熔融樹脂組成物とした後、押出機先端に設けられたダイを通して大気圧下に押出して発泡させることによって製造される。このようにして製造された押出発泡体は、軽量で柔軟なことから、クッション材、包装材料、断熱材等として広く用いられてきた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、押出発

m<sup>3</sup>、気泡数が0.3～50個/mm<sup>3</sup>、平均気泡径が下記条件式(1)～(3)を満足することを特徴とするポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シート。

cm<sup>3</sup>であり、下記式(4)により求められる気泡貫通孔形成率(A)が0.3～30であることを特徴とする請求項1記載のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シート。

泡によって得られるポリオレフィン系樹脂発泡体は、独立気泡構造を有することから、柔軟性、可撓性、圧縮後の厚み回復、吸音性、吸湿性、通気性が不十分で、厚み回復性が要求されるイスやベッドの芯材、通気性が要求されるコンクリートの養生材等として使用することができなかった。また、ポリオレフィン系樹脂発泡シートに針穴加工を行い柔軟性を向上させることも検討されてきた。しかし、針穴を形成すると、ある程度の柔軟性は付与できるものの引張強さ等の物性が低下してしまい良好なものを得ることは出来なかった。

【0004】 一方、柔軟性、可撓性、圧縮後の厚み回復、通気性が要求される分野において、従来はウレタンフォームが使用されてきた。しかし、ウレタンフォームは原料へのリサイクルが困難な上に、耐酸、耐アルカリ等の耐薬品性、耐熱性、耐候性などが劣っているので、その代替品の開発が要求されている。

【0005】 本発明は、柔軟性、可撓性、圧縮後の厚み回復、吸音性、吸湿性、通気性に優れ、更に引張強さに優れたポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートは、孔径0.02～1.0mmの貫通孔が5～100個/cm<sup>2</sup>設けられており、連続気泡率が70%以上、見かけ密度が0.013～0.18g/cm<sup>3</sup>、気泡数が0.3～50個/mm<sup>3</sup>、平均気泡径が下記条件式(1)～(3)を満足することを特徴とする。

## 【0007】

$$\text{【数5】} \quad 0.5 \leq X/Z \leq 5 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{【数6】 } 0.5 \leq Y/Z \leq 5 \quad \dots\dots (2)$$

$$\text{【数7】 } 0.1 \leq Z \leq 2.0 \quad \dots\dots (3)$$

但し、Xは押出方向の平均気泡径 (mm)、Yは押出方向と直交する幅方向の平均気泡径 (mm)、Zは厚み方向の平均気泡径 (mm) である。

【0008】本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押

$$\text{【数8】 } A = (\text{気泡数 (個/mm}^3) \text{)}^{1/3} \times 10^2 / \text{貫通孔の数 (個/cm}^2) \quad \dots\dots (4)$$

【0009】上記ポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートは、基材樹脂がポリエチレン系樹脂であることが好ましい。

【0010】前記ポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シートの製造は、加温された貫通孔形成用針が設けられている針ロールと受ロールとを用い、該針ロールと受ロールとを回転させながら、ポリオレフィン系樹脂押出発泡シートを針ロールと受ロールとの間隙を通過させることにより貫通孔を形成することが好ましい。

【0011】本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シート（以下、「連続気泡発泡シート」という。）は、無架橋又は実質的に無架橋のポリオレフィン系樹脂からなる。尚、無架橋又は実質的に無架橋のポリオレフィン系樹脂とは沸騰キシレン不溶分（8時間煮沸、100メッシュの金網で濾過）が0～3重量%のものである。本発明におけるポリオレフィン系樹脂には、例えば、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、直鎖状超低密度ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-ブテン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体等が含まれ、押出発泡が容易であるという点から低密度ポリエチレンや長鎖分岐を有するポリプロピレンが好ましい。また、柔軟性の点からポリエチレン系樹脂が好ましく、特に、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、直鎖状超低密度ポリエチレンが好ましい。

【0012】本発明においては、ポリオレフィン系樹脂を単独で用いるだけでなく、2種以上を混合して用いても良い。更に、ポリオレフィン系樹脂に、スチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体等の塩化ビニル系樹脂等を混合して用いても良い。

【0013】本発明の連続気泡発泡シートは、ポリオレフィン系樹脂押出発泡シート（以下、「押出発泡シート」という。）に、後述する貫通孔を形成することにより得られる。該押出発泡シートは、ポリオレフィン系樹脂を押出機内で加熱熔融、混練し、更に高温高圧下で発泡剤を注入、混練して発泡性溶融樹脂組成物とした後、押出機先端に設けられたダイを通して大気圧下にシート

出発泡シートは、見かけ密度が0.013～0.035 g/cm<sup>3</sup>であり、下記式（4）により求められる気泡貫通孔形成率（A）が0.3～30であることが好ましい。

状に押出して発泡させること等によって製造される。

【0014】押出発泡シートの製造に使用される発泡剤としては、物理発泡剤、化学発泡剤が用いられる。物理発泡剤の中で、無機系のものとしては二酸化炭素、空気、窒素等が挙げられる。物理発泡剤の中で有機系のものとしては、プロパン、ブタン、ペンタン等の炭化水素、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン、1, 1-ジフルオロエタン等のハロゲン化炭化水素等を用いることができる。また、化学発泡剤としては、アジカルボンアミド、重炭酸ナトリウム等を用いることができる。

【0015】本発明の連続気泡発泡シートの製造においては、ポリオレフィン系樹脂に必要なに応じて気泡調整剤が添加される。気泡調整剤としては、タルク、シリカ等の無機粉末や多価カルボン酸の酸性塩、多価カルボン酸と炭酸ナトリウム或いは重炭酸ナトリウムとの反応混合物等が挙げられる。

【0016】又、必要に応じてポリオレフィン系樹脂に、帯電防止剤、流動性向上剤等や、所期の目的を妨げない範囲の量の着色剤等の各種添加剤を配合することもできる。更に、タルク、シリカ、炭酸カルシウム等を無機充填剤として添加することもできる。

【0017】本発明の連続気泡発泡シートは、連続気泡率が70%以上、好ましくは90%以上である。連続気泡率が70%未満の場合は、繰り返し応力に対する復元性、クッション性、柔軟性、吸音性、透湿性、通気性といった連続気泡発泡体特有の機能の発現効果が少なくなり、連続気泡の発泡シートとは言い難くなる。

【0018】本明細書における連続気泡率の測定は、ASTM D-2856-70 (手順C) に準じて次の様に行なう。エアピクノメーターを使用して測定試料の真の体積V<sub>x</sub> (cm<sup>3</sup>) を求め、測定試料の外寸から見掛けの体積V<sub>a</sub> (cm<sup>3</sup>) を求め、式（5）により連続気泡率（%）を計算する。尚、真の体積V<sub>x</sub>とは、測定試料中の樹脂の体積と独立気泡部分の体積との和である。

【0019】

【数9】

$$\text{連続気泡率 (\%)} = \{ (V_a - V_x) / (V_a - W / \rho) \} \times 100 \quad (5)$$

Wは測定試料の重量 (g)、ρは発泡体を構成する基材の密度 (g/cm<sup>3</sup>) である。

【0020】測定試料は、縦40mm、横25mmのシート状サンプルを複数枚切り出し、切り出したサンプル

を重ね合せて厚み約25mmとしたものを用いる。尚、試験片は試験片相互の間にできるだけ隙間があかないように積み重ねて約25mmの厚さとする。

【0021】本発明の連続気泡発泡シートは、見かけ密度が0.013~0.18g/cm<sup>3</sup>、好ましくは0.013~0.035g/cm<sup>3</sup>更に好ましくは0.013~0.030g/cm<sup>3</sup>である。見かけ密度が0.013g/cm<sup>3</sup>未満の場合は、連続気泡発泡シートの強度が弱くなる虞がある。一方、見かけ密度が大きくなると、連続気泡発泡シートの圧縮強さが大きくなって柔軟性が不十分となり、軽量性も悪化する。

【0022】本明細書における見かけ密度の測定は、JIS K 6767に準拠して行なうものとする。

【0023】本発明の連続気泡発泡シートは、気泡数が

$$\text{【数10】} \quad 0.5 \leq X/Z \leq 3.5 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\text{【数11】} \quad 0.5 \leq Y/Z \leq 3.0 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$\text{【数12】} \quad 0.1 \leq Z \leq 2.0 \quad \cdots \cdots (3)$$

【0026】但し、Xは押出方向の平均気泡径(mm)、Yは押出方向と直交する幅方向の平均気泡径(mm)、Zは厚み方向の平均気泡径(mm)である。

【0027】本発明の他の押出發泡シートにおける、厚み方向の平均気泡径Z(mm)は、0.1≤Z≤2.0であり、0.4≤Z≤1.3であることが好ましく、0.6≤Z≤1.1であることがより好ましい。厚み方向の平均気泡径Zが0.1mm未満の場合は、気泡膜が薄すぎてクッション材、包装材、建材等として使用可能な強度を得ることができない虞がある。一方、2mmを超える場合は、気泡が大きすぎて外観が悪い上に、発泡体特有の撓やかさがなくなる。

【0028】押出方向の平均気泡径Xと厚み方向の平均気泡径Zとの比X/Zは、0.5≤X/Z≤3.5であり、0.7≤X/Z≤1.4であることが好ましい。また、押出方向と直交する幅方向の平均気泡径Yと厚み方向の平均気泡径Zとの比Y/Zも、0.5≤Y/Z≤3.0であり、0.9≤Y/Z≤1.5であることが好ましい。X/Zが0.5未満の場合及び/又はY/Zが0.5未満の場合は、気泡の形状が縦長すぎて孔加工が難しく連続気泡率を高くできない虞があり、柔軟性が不十分となる可能性がある。X/Zが3.5を超える場合及び/又はY/Zが3.0を超える場合は、本発明の連続気泡発泡シートの引張強さが不十分なものとなる。

【0029】本明細書における、押出方向の平均気泡径X、押出方向と直交する幅方向の平均気泡径Y、厚み方向の平均気泡径Zの測定は、押出發泡シートの押出方向(MD)断面及びMDと直交する幅方向(TD)断面に基づき行なわれる。

0.3~50個/mm<sup>3</sup>である。気泡数が0.3個/mm<sup>3</sup>未満の場合は、気泡径が大きすぎて外観が劣る押出發泡シートとなる上に、圧縮硬さが大きくなって目的とする柔軟性を得ることができなくなる。一方、気泡数が50個/mm<sup>3</sup>を超える場合は、気泡径が小さいことから後述する貫通孔形成のための針による穴あけ加工では貫通孔が形成されない気泡が多くなり、その結果圧縮硬さが大きいものとなり目的とする柔軟性を得ることができなくなる。

【0024】前記連続気泡発泡シートを構成している気泡の平均気泡径は、下記条件式(1)~(3)を満足するものである。

【0025】

【0030】具体的には、次のように行う。Xについては、まず顕微鏡等で拡大撮影して得られたMD断面拡大図において、押出發泡シートの表面付近のMD、厚み方向中央部のMD、裏面付近におけるMDの3個所に、拡大前の長さが5mmに相当する線分を引く。次に、引かれた各々の線分と交差する気泡の数n(nは、該線分に気泡の一部が交差するものも含む。)を求め、計算式： $\{5/(n-1)\}$ にて各線分上の気泡1個当たりの平均気泡径を表面付近、厚み方向中央部、裏面付近に引いた計3本の線分の各々から求められた気泡1個当たりの平均気泡径の相加平均をもってX(mm)とする。

【0031】Yについては、まず顕微鏡等で拡大撮影して得られたTD断面拡大図において、押出發泡シートの表面付近のTD、厚み方向中央部のTD、裏面付近におけるTDの3個所に、拡大前の長さが5mmに相当する線分を引き、Xを求める操作と同様の操作にて求められる値をY(mm)とする。

【0032】Zについては、TD断面拡大図又はMD断面拡大図において、測定用試料の両端付近における厚み方向及び測定用試料の幅中央部における厚み方向にシート厚みに亘る直線を引き、該直線と交差する気泡の数n<sub>2</sub>を求め、計算式： $\{\text{シート厚み(mm)} / n_2\}$ にて各直線上の気泡1個当たりの平均気泡径を各々求め、試料両端付近及び幅中央部に引いた計3本の直線から各々求められた気泡1個当たりの平均気泡径の相加平均をもってZ(mm)とする。

【0033】また、前述の気泡数の算出方法は、平均気泡径X、Y及びZから次式(5)により算出される。

【0034】

$$\text{【数13】 気泡数 (個/mm}^3\text{)} = (1/X) \times (1/Y) \times (1/Z)$$

..... (5)

【0035】本発明の連続気泡発泡シートは、孔径0.02～1.0mmの貫通孔が5～100個/cm<sup>2</sup>設けられている。本発明の連続気泡発泡シートは、このように貫通孔が設けられているので、ポリオレフィン系樹脂からなる発泡シートであっても、連続気泡率が高く、優れた柔軟性、可撓性、圧縮後の厚み回復、吸湿性、通気性を有する。

【0036】上記貫通孔の孔径が0.02mm未満の場合10は、連続気泡発泡シートを圧縮変形させてから圧縮力を解除した後の回復が遅くなるので、本発明発泡シートの特徴である早い変形回復が不十分なものとなる。貫通孔の孔径が1.0mmを超える場合は、気泡を構成している気泡膜を大きく破壊することに繋がるため、連続気泡発泡シートの機械的強度が低下し、圧縮永久歪も大きくなる。

【0037】貫通孔の孔径の測定は、次のように行う。まず連続気泡発泡シートの表面を電子顕微鏡等で拡大撮影し、該シートの貫通孔の平面拡大図を得る。得られた20拡大図において、図3(a)(b)に示すように、貫通孔の形状が不定形で測定する方向に対して孔径が変化する場合や、各貫通孔の形状、大きさが相違する場合もあるため、最大長さを示す方向の孔径を各孔の貫通孔の孔径L(Lは拡大図における長さではなく、拡大率を考慮した実際の貫通孔の孔径をいう。)とする。更に、このように測定した30個の孔径の平均値を、連続気泡発泡シートの貫通孔の孔径とする。

$$A = (\text{気泡数 (個/mm}^3\text{)})^{1/3} \times 10^2 / \text{貫通孔の数 (個/cm}^2\text{)}$$

..... (4)

気泡数は前述したように(5)式によって求められ、貫通孔の数は前述したように、連続気泡発泡シートの表面を顕微鏡等で拡大撮影して得られた拡大図に基づいて求められる。

【0042】また、本発明の押出發泡シートの厚みは、0.5～15mmであることが好ましい。厚みが0.5mm未満の場合は、連続気泡発泡シートの強度が弱くなる虞がある。厚みが15mmを超える場合は、貫通孔を形成する為の針孔加工性が、ライン速度、貫通孔形成率の点で低下する。

【0043】本発明の連続気泡発泡シートは、50%圧縮硬さが5～40kPaであると共に、50%圧縮後に開放した場合における開放後30秒経過後の残留歪が50%以下、開放後24時間経過後の残留歪が10%以下であることが好ましい。このような連続気泡発泡シートは、厚み回復性が要求されるイスやベッドの芯材として好適である。

【0044】連続気泡発泡シートの50%圧縮硬さは、軟らかさがより優れたシートであるという点からは5～35kPaであることがより好ましい。50%圧縮硬さ

【0038】また、貫通孔の数が5個/cm<sup>2</sup>未満の場合は、圧縮硬さが高すぎて目的とする柔軟性や、圧縮後の厚み回復性が悪くなる虞がある。又、吸音性、透湿性、通気性といった機能の発現効果が少なくなり、連続気泡の発泡シートとは言い難くなる。貫通孔の数が100個/cm<sup>2</sup>を超える場合は圧縮硬さが低くなりすぎるので、クッション材等として使用する場合の実用的な強度が不十分になる虞がある。

【0039】貫通孔の数は次のように求める。まず連続気泡発泡シートの表面を顕微鏡等で拡大撮影し、該シートの貫通孔の平面拡大図を得る。得られた拡大図において拡大前の面積が1cm<sup>2</sup>(1cm×1cmの正方形)に相当するエリア内に存在する貫通孔の数をカウントして、貫通孔の数とする。ただし、該エリアの囲み位置によって貫通孔の数が違う場合には、貫通孔の数が最大となるエリアにおける貫通孔の数を採用する。

【0040】また、本発明の押出發泡シートにおいては、(4)式によって求められる気泡貫通孔形成率

(A)が0.3～3.0であることが好ましく、更に0.3～1.0であることが好ましく、特に0.3～2.5であることが好ましい。該気泡貫通孔形成率を0.3～3.0とすることにより押出發泡シートの圧縮強さを特に好ましい柔軟性が得られる程度にすることが出来、且つ、発泡シートの引張強さも十分なものとなる。

【0041】

【数14】

が5kPa未満の連続気泡発泡シートは、軟らかすぎてクッション材として使用できない虞があり、40kPaを超える場合は、用途によっては硬すぎてクッション材として使用できない虞がある。

【0045】連続気泡発泡シートの50%圧縮後に開放した場合における開放後30秒経過後の残留歪は50%以下が好ましく、生産性及び柔軟性の点からは、5～30%がより好ましい。30秒経過後の残留歪が50%を超える場合は、厚みの回復が遅すぎたり、回復が悪すぎることから、幅広い分野においてクッション材として使用できない虞がある。尚、50%圧縮硬さが5～35kPa、50%圧縮開放後30秒経過後の残留歪が5～30%の特に良好な連続気泡発泡シートは、例えば見かけ密度を0.013～0.035g/cm<sup>3</sup>、気泡貫通孔形成率を0.3～2.5に調節することにより得ることが出来る。

【0046】連続気泡発泡シートの50%圧縮後に開放した場合における開放後24時間経過後の残留歪は、10%以下であることが好ましく、5%以下がより好ましい。24時間経過後の残留歪が10%を超える場合は、

圧縮後の回復性が悪く元の状態に戻りにくいので、イスやベッドの芯材として使用できない。

【0047】50%圧縮硬さの測定は、圧縮量を50%としたこと以外はJIS K 6767の圧縮硬さの測定法に基づいて行う。具体的には、試験片を始めの厚さの50%だけ圧縮して停止し、20秒後の荷重を測定する。尚、試験片は試験片相互の間にできるだけ隙間があかないように積み重ねて約25mmの厚さとする。

【0048】50%圧縮後の残留歪(%)の測定は、圧縮量を50%としたこと、放置時間を以下のようにしたこと以外はJIS K 6767の圧縮永久歪の測定法に基づき行う。具体的には、試験片を初めの厚さの50%圧縮できる構造の圧縮装置を使用し、試験片を50%まで圧縮し、50%圧縮した状態で20秒保持した後、試験片を圧縮装置から取出す。該装置から取出された試験片について、取出された時点から所定時間経過後の厚さ(mm)を測定する。尚、試験片は圧縮硬さの測定と同様に、試験片相互の間にできるだけ隙間があかないように積み重ねて約25mmの厚さとする。

【0049】本発明の連続気泡発泡シートは、押出方向及び幅方向の引張強さが共に150kPa以上であることが好ましく、180kPa以上であることがより好ましい。押出方向若しくは幅方向のいずれかの引張強さが150kPa未満の場合は、イスやベッドの芯材として使用するには強度が不十分である。尚、引張強さの上限は特に限定されないがおおむね2000kPaである。本発明の連続気泡発泡シートは、上述の構成を有する、特定の押出発泡シートに特定の貫通孔を形成することにより十分な引張強さを有するものとなっている。

【0050】引張強さの測定は、引張速度を10mm/minとすること以外はJIS K 6767のA法に基づき行う。

【0051】本発明の連続気泡発泡シートは、押出発泡法により押出発泡シートを製造し、次に、押出発泡シートに特定の貫通孔を形成することによって得ることができる。特定の貫通孔は、例えば、加温された貫通孔形成用針が設けられている針ロールと受ロールとを用い、該針ロールと受ロールとを回転させながら、針ロールと受ロールとの間隙をポリオレフィン系樹脂押出発泡シートを通過させることにより形成される。

【0052】具体的には、例えば図1に示すような貫通孔形成装置1を用いて貫通孔が形成される。図1における針ロール2の周面には略全面にわたって貫通孔形成用の針4が設けられている。又、受ロール3の周面は、ラバー、ブラシ等を用いて針4を傷つけないように構成されている。

【0053】針ロール2と受ロール3との間隙は、針4が押出発泡シート5を貫通するように針4と同じ長さか若干短く設定することが好ましい。

【0054】針ロール2の周面の針4は、押出発泡シ

トの基材樹脂の融点( $m_p$ )( $^{\circ}C$ )を基準に、( $m_p - 40$ )( $^{\circ}C$ )~( $m_p + 10$ )( $^{\circ}C$ )に加温されていることが好ましく、( $m_p - 30$ )( $^{\circ}C$ )~( $m_p + 5$ )( $^{\circ}C$ )に加温されていることがより好ましい。針4が( $m_p - 40$ )( $^{\circ}C$ )以上に加温されていると、針4が押出発泡シート5に刺し込まれて貫通孔が形成された後、周貫通孔周辺の押出発泡シート5が軟化されているので、押出発泡シート5から容易に引き抜くことができる。しかし、針4の温度が( $m_p - 40$ )( $^{\circ}C$ )未満の場合は、貫通孔周辺部の押出発泡シート5が硬すぎることから針4が締め付けられるので、針4を押出発泡シート5から引き抜くことが困難になる虞がある。一方、針4が( $m_p + 10$ )( $^{\circ}C$ )を超えて加温されていると、貫通孔周辺部の押出発泡シートが溶融し、必要以上に気泡膜が破壊されてしまうため、十分な柔軟性と機械的強度が得られなくなる虞がある。尚、融点はJIS K 7121に基づき熱流束DSCにより加熱速度10 $^{\circ}C$ /分にて得られる融解ピーク(二つ以上の融解ピークが現れる場合は、より広い面積を有する融解ピーク)の頂点温度とする。

【0055】針4の温度の測定は、熱電対等の接触式表面温度計を使用し、針ロールの幅方向に略等間隔に10点の温度測定点を定め、該測定点に位置する針の先端部と根元部の温度を測定する。得られた20点の温度データの相加平均値を針の温度とする。

【0056】針ロール、受ロールの回転の周速度、即ち連続気泡発泡シートの製造速度は、連続気泡発泡シートの材質、見かけ密度、厚みに対応して適宜変更されるが、通常は5~100m/minである。針により形成される貫通孔の加工精度を向上させるためには、5~45/minが好ましい。

【0057】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明する。実施例1~14、比較例1~5においては、基材樹脂として低密度ポリエチレン(日本ユニカー社製「DFDJ-6775」: $m_p$ 111 $^{\circ}C$ )を用い、発泡剤としてノルマルブタン70重量%とイソブタン30重量%との混合物を用いて押出発泡シートを製造した。

又、実施例15、比較例6においては、基材樹脂としてポリプロピレン(モンテル社製「PF814」: $m_p$ 160 $^{\circ}C$ )を用い、発泡剤としてノルマルブタン70重量%とイソブタン30重量%との混合物を用いて押出発泡シートを製造した。

【0058】実施例1~15及び比較例2、4、5においては、図1に示す貫通孔形成装置を使用して、押出発泡シートに貫通孔を形成した。尚、実施例6の連続気泡発泡シートは比較例3の押出発泡シート相当品に貫通孔を形成したものである。又、実施例15の連続気泡発泡シートは比較例6の押出発泡シート相当品に貫通孔を形成したものである。又、比較例2の連続気泡発泡シートは比較例1の相当品に押出発泡シートに貫通孔を形成し

10

20

30

40

50

たものである。

【0059】実施例1～15及び比較例2、4、5において使用した貫通孔形成装置における針ロールの径は150mm、幅は1400mm、受ロールの径は130mm、幅は1400mmである。更に受ロールの周面はラバーで覆われている。貫通孔形成用針は、実施例1～15及び比較例2、5においては、長さ6mm、太さ0.62mmのものを、比較例4においては長さ6mm、太さ2.2mmのものを、用いた。

【0060】貫通孔形成用針の針ロールの周面における配置を図2に示す。図2において、aは針と針の針ロール幅方向の間隔を、bは針と針の針ロール円周方向の間隔をそれぞれ示す。実施例1～15、比較例2、4にお

いては、 $a = 2\text{mm}$ 、 $b = 2.6\text{mm}$ とした。又、比較例5においては、 $a = 8\text{mm}$ 、 $b = 12\text{mm}$ とした。また、実施例1～14、比較例2、4、5においては針の温度を90℃に調整し、実施例15、比較例6においては針の温度を150℃に調整した。

【0061】実施例1～15、比較例2、4、5において得られた連続気泡発泡シートの厚み、密度、気泡数、気泡数、気泡径の比 $X/Z$ 、 $Y/Z$ 、気泡径 $Z$ 、連続気泡率、貫通孔の径、孔数を表1に示す。また、比較例1、3、6として、貫通孔の形成されていない押出發泡シートの諸物性も表1に併せて示す。

【0062】

【表1】

	樹脂	厚み (mm)	見かけ密度 (g/cm <sup>3</sup> )	気泡数 (個/mm <sup>3</sup> )	気泡径比		気泡径 (mm)	連続 気泡率 (%)	気泡貫通孔 形成率	貫通孔	
					X/Z	Y/Z				孔径 (mm)	孔数 (個/cm <sup>3</sup> )
実施例	LDPE	1	0.019	16.6	2.29	1.88	0.24	98.2	15.5	0.28	41
	LDPE	2	0.02	6.6	1.59	1.11	0.44	98.0	8.6	0.29	41
	LDPE	2	0.021	7.0	0.93	0.93	0.55	98.1	3.9	0.30	41
	LDPE	3	0.021	4.7	1.29	1.24	0.51	98.3	6.8	0.30	41
	LDPE	4	0.021	2.9	1.36	1.24	0.59	97.2	5.0	0.29	41
	LDPE	5	0.02	1.0	1.30	1.30	0.83	97.7	2.4	0.30	41
	LDPE	5	0.019	0.5	0.91	0.92	1.38	98.8	1.5	0.29	41
	LDPE	8	0.028	1.0	0.78	1.09	1.06	98.6	2.4	0.32	41
	LDPE	1	0.037	41.9	2.17	1.89	0.18	82.3	29.4	0.33	41
	LDPE	2	0.044	37.9	1.35	1.12	0.26	78.4	27.1	0.31	41
	LDPE	2	0.057	3.6	2.06	1.37	0.46	96.6	5.7	0.32	41
	LDPE	1	0.085	57.8	2.86	2.21	0.14	70.2	36.5	0.34	41
	LDPE	1	0.056	15.7	2.19	1.65	0.26	93.3	15.3	0.32	41
	LDPE	2	0.053	6.2	1.35	1.51	0.43	95.8	8.2	0.32	41
	PP	5	0.03	0.8	1.42	1.38	0.86	98.2	2.1	0.35	41
比較例	LDPE	0.5	0.025	32.3	3.84	3.54	0.13	10.4	—	無	無
	LDPE	0.5	0.025	38.5	3.84	3.07	0.13	98.1	27.8	0.28	41
	LDPE	5	0.022	1.1	1.26	1.25	0.84	19.0	—	無	無
	LDPE	5	0.023	1.1	1.29	1.28	0.83	75.1	2.6	1.4	41
	LDPE	5	0.022	1.0	1.31	1.30	0.83	39.3	50	0.30	2
	PP	5	0.03	0.86	1.39	1.47	0.83	25.6	—	無	無

LDPE: 低密度ポリエチレン  
PP: 高密度ポリエチレン

【0063】実施例、比較例における連続気泡発泡シート及び押出發泡シートの厚み、密度の測定は次のように行った。

【0064】連続気泡発泡シート及び押出發泡シートの厚みは、該発泡シートの幅方向の厚みを端部から他方の端部まで等間隔に10点測定し、それら10点の相加平均を採用した。

【0065】連続気泡発泡シート及び押出發泡シートの見かけ密度は、縦5cm×横5cm×シート厚みの試験

片の重量(g)を測定し、次に該試験片を水が入ったメスシリンダーに沈め、2～3回揺らして発泡シートの表面の気泡を除き、メスシリンダーの水位上昇分より試験片の体積(cm<sup>3</sup>)を求め、試験片の重量(g)をその体積(cm<sup>3</sup>)で除することにより求めた。

【0066】参考のため、図4、図5に実施例6において得られた発泡シートの表面を撮影した顕微鏡写真を示した。図4は複数の貫通孔を15倍に拡大して撮影した顕微鏡写真で、図5は一の貫通孔を150倍に拡大して



撮影した顕微鏡写真である。

【0067】実施例1～15、比較例1～6において得られた発泡シートの25%、50%圧縮硬さ、50%圧縮してから開放した場合の経過時間ごとの残留歪、引張強さ・伸び等を表2に示す。尚、25%又は50%圧縮硬さの測定は、圧縮量を各々25%、50%としたこと以外はJIS K6767の圧縮硬さの測定法に基づい

て行った。具体的には、試験片を始めの厚さの25%又は50%だけ圧縮して停止し、20秒後の荷重を測定した。試験片は試験片相互の間にできるだけ隙間があかないように積み重ねて約25mmの厚さとした。

【0068】

【表2】

		圧縮硬さ ( $\times 10^4 \text{Pa}$ )		50%圧縮後の残留歪 (%)					引張強さ ( $\times 10^4 \text{Pa}$ )		引張伸 (%)	
		25%圧縮	50%圧縮	30秒後	1時間後	3時間後	24時間後	36時間後	MD	TD	MD	TD
実施例	1	0.49	1.77	44.4	29.4	23.6	4.4	0	43.2	26.5	56.3	62.4
	2	0.98	2.84	45.2	37.0	15.3	6.2	4.2	42.2	25.5	89.4	65.3
	3	1.08	3.33	37.2	27.8	10.1	2.8	1.8	53.0	26.5	94.1	89.0
	4	1.27	3.63	39.0	14.1	1.7	0	0	39.2	23.5	67.7	63.8
	5	1.47	4.41	38.8	20.2	4.6	1.5	1.3	38.2	21.6	90.2	64.8
	6	1.08	3.24	31.3	18.6	2.5	2.5	2.5	29.4	20.6	108.8	81.3
	7	0.69	1.67	15.4	4.4	2.2	0	0	30.4	20.6	114.0	81.6
	8	1.08	3.53	22.3	13.4	12.6	5.6	1.2	26.5	18.6	98.1	88.0
	9	1.08	4.22	41.5	32.7	21.4	7.0	3.3	110.8	46.1	74.7	55.7
	10	2.35	6.96	40.7	34.7	20.6	6.5	3.5	64.7	37.3	129.4	84.0
	11	2.06	5.69	23.6	7.3	5.2	0	0	83.4	42.2	116.7	108.5
	12	4.12	11.57	35.9	22.6	7.5	3.5	3.0	181.4	71.6	91.1	73.4
	13	3.24	8.14	37.2	14.8	2.6	2.0	2.0	148.1	60.8	115.6	84.1
	14	2.45	6.86	34.3	17.4	11.6	2.5	1.0	84.3	41.2	117.0	97.3
	15	3.73	7.35	27.6	19.1	11.6	4.3	2.1	70.6	48.1	70.4	64.9
比較例	1	1.47	6.27	44.4	39.4	31.6	27.4	24.5	26.5	20.6	72.2	62.3
	2	0.29	1.27	36.9	27.4	15.6	5.3	0.5	14.7	5.9	61.2	58.6
	3	3.14	8.63	44.3	39.5	30.0	20.2	20.2	34.3	23.5	149.0	89.8
	4	2.65	7.15	37.2	31.9	24.3	11.9	9.6	30.4	20.6	119.0	85.2
	5	3.04	8.33	44.0	40.0	28.7	19.9	19.8	33.3	22.5	146.0	87.4
	6	4.41	9.32	31.9	27.5	24.3	19.2	18.6	83.4	60.8	78.3	70.5

【0069】実施例6、比較例3において製造した連続気泡発泡シート又は押出發泡シートについて、吸音性能を測定した結果を表3に、透湿度、透気度を測定した結果を表4に示す。

【0070】尚、吸音性能の測定は連続気泡発泡シート又は押出發泡シートを9枚重ねて50mmの厚さの測定試料とし、該試料についてJIS A1405にてA管を使用して行った。また、透湿度は、30℃、相対湿度90%の条件下においてJIS Z0208にて測定した値であり、透気度はJIS P8117にて測定した値である。

【0071】

【表3】

周波数 (Hz)	吸音率 (%)	
	実施例6	比較例3
250	15	12
320	23	9
400	30	8
500	49	10
630	90	12
800	58	15
980	40	35
1400	60	72
1600	60	20

【0072】

【表4】

17

	実施例 6	比較例 3
透湿度 ( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ )	300	0
透気度 ( $\text{sec}/100\text{ml}$ )	4	0

18

【0073】表2において、連続気泡発泡シートは50%圧縮後の回復特性が優れ、圧縮開放後直ちに厚みが回復し始め、24時間経過後は殆ど元の状態に戻っていることが示されている。又、比較例2により、平均気泡径の $X/Z$ 、 $Y/Z$ が本発明の範囲を超える押出發泡シートに貫通孔を形成すると、引張強さの低下が激しいことが示され、比較例4により貫通孔の径が本発明の範囲を超えると圧縮永久歪が大きくなることが示され、比較例5により貫通孔の数が本発明の範囲を下回ると圧縮永久歪が大きくなることが示される。

【0074】図6は、実施例6において得られた連続気泡発泡シートと、比較例3において使用した押出發泡シートについて測定した0~80%の歪範囲における歪一応力曲線である。図6において、実施例6のものが比較例3のものに比べて、柔軟性に優れると共に、優れた厚み回復性を有することが示されている。尚、図6の歪一応力曲線は、圧縮速度 $10\text{mm}/\text{min}$ で歪0%から80%まで圧縮し、更に同速度で歪80%から0%まで開放することによって測定したものである。

【0075】表3により、本発明の連続気泡発泡シートは、500~1600Hzの幅広い周波数にわたって40%以上の吸音率を有することが示されている。表4により、本発明の連続気泡発泡シートは、 $200\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 以上の優れた透湿度や $4\text{sec}/100\text{ml}$ 程度の透気度を有することが示されている。

#### 【0076】

【発明の効果】本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シートは、孔径 $0.02\sim1.0\text{mm}$ の貫通孔が $5\sim100\text{個}/\text{cm}^2$ 設けられており、連続気泡率が70%以上、見かけ密度が $0.013\sim0.18\text{g}/\text{cm}^3$ 、気泡数が $0.3\sim50\text{個}/\text{mm}^3$ 、厚み方向の平均気泡径 $Z$ が $0.1\text{mm}$ 以上 $2.0\text{mm}$ 以下であって、押出方向の平均気泡径 $X$ と厚み方向の平均気泡径 $Z$ との比 $X/Z$ が $0.5$ 以上 $3.5$ 以下、押出方向と直交する幅方向の平均気泡径 $Y$ と厚み方向の平均気泡径 $Z$ との比 $Y/Z$ が $0.5$ 以上 $3.0$ 以下であるという構成を採用する。即ち、特定の気泡形状、気泡径、気泡数及び見かけ密度のポリオレフィン系樹脂押出發泡シートに特定の貫通孔を設けて、連続気泡発泡シートを構成している。従って、本発明の発泡シートは、繰返し応力に対する復元性、クッション性、柔軟性、吸音性、透湿性、通気性が優れており、更に特定の発泡シートと特定の貫通孔との特有の組合せにより従来針穴加工による連続気泡化で

は実現することが難しかった優れた柔軟性と引張強さとを共に有している。また、無架橋又は実質的に無架橋のポリオレフィン系樹脂からなる押出發泡シートであることからリサイクル性にも優れている。

【0077】更に、見かけ密度が $0.013\sim0.035\text{g}/\text{cm}^3$ であり、特定の気泡貫通孔形成率(A)が $0.3\sim30$ である構成により、特に優れた柔軟性、回復性を有する。

【0078】又、特にポリエチレン系樹脂連続気泡押出發泡シートはポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シートの中でも特に柔軟性に優れたものとなる。

【0079】本発明のポリエチレン系樹脂連続気泡押出發泡シートは、前記の連続気泡押出發泡シートとしての構成に加え、更に、50%圧縮硬さが $5\sim40\text{kPa}$ であると共に、50%圧縮後に開放した場合における開放後30秒経過後の残留歪が50%以下、開放後24時間経過後の残留歪が10%以下であるという構成を採用すると、厚み回復性が要求されるイスやベッドの芯材として好適なものとなり、更に、押出方向及び幅方向の引張強さが共に $150\text{kPa}$ 以上であるという構成を採用すると、イスやベッドの芯材として極めて優れたものとなる。

【0080】本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シートの製造方法は、加温された貫通孔形成用針が設けられている針ロールと受ロールとを用い、該針ロールと受ロールとを回転させながら、ポリオレフィン系樹脂押出發泡シートを針ロールと受ロールとの間隙を通過させることにより貫通孔を形成するという構成を採用する。従って、針ロールと受ロールとの間隙をポリオレフィン系樹脂押出發泡シートを通過させるだけで、貫通孔を容易に形成することができる。

【0081】又、本発明のポリオレフィン系樹脂連続気泡押出發泡シートの製造方法においては、貫通孔形成用針が加温されているので貫通孔形成の生産性が優れている。即ち、加温された貫通孔形成用針がその周辺部の発泡シートを軟化するので、貫通孔形成後に針を発泡シートから容易に引き抜くことができる。

#### 【0082】

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、貫通孔形成装置の一例を示す図面である。

【図2】図2は、貫通孔形成用針の針ロールの周面における配置の一例を示す図面である。

【図3】図3(a)(b)は、それぞれが貫通孔の孔径Lの一例を示す図面である。

【図4】図4は、ポリエチレン系樹脂連続気泡押出発泡シート表面を15倍に拡大して撮影した顕微鏡写真である。

【図5】図5は、ポリエチレン系樹脂連続気泡押出発泡シート表面を150倍に拡大して撮影した顕微鏡写真である。

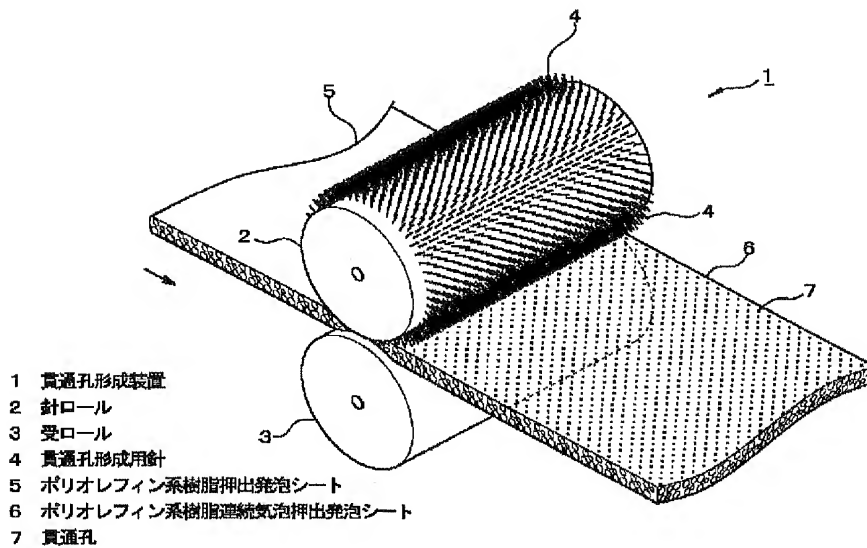
【図6】図6は、ポリエチレン系樹脂連続気泡押出発泡

シートの0～80%圧縮硬さの測定における強度—歪曲線の一例を示す図面である。

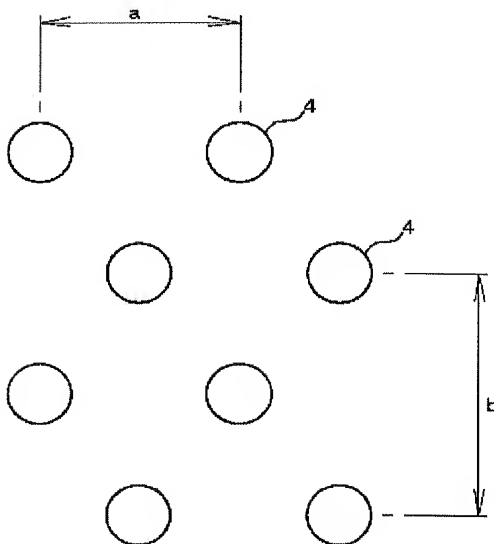
【符号の説明】

- 1 貫通孔形成装置
- 2 針ロール
- 3 受ロール
- 4 貫通孔形成用針
- 5 ポリオレフィン系樹脂押出発泡シート
- 6 ポリオレフィン系樹脂連続気泡押出発泡シート

【図1】



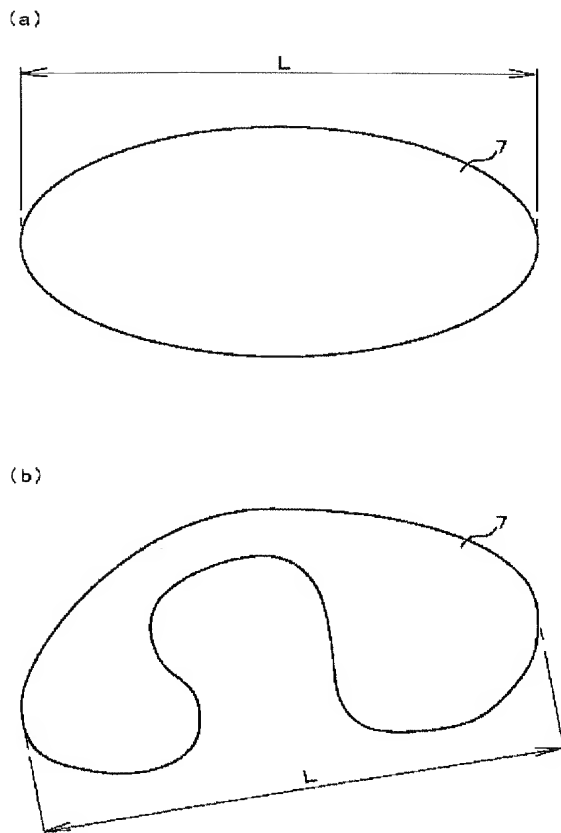
【図2】



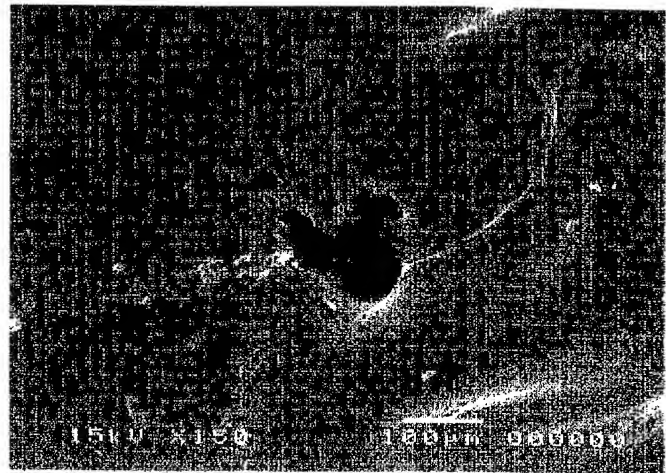
【図4】



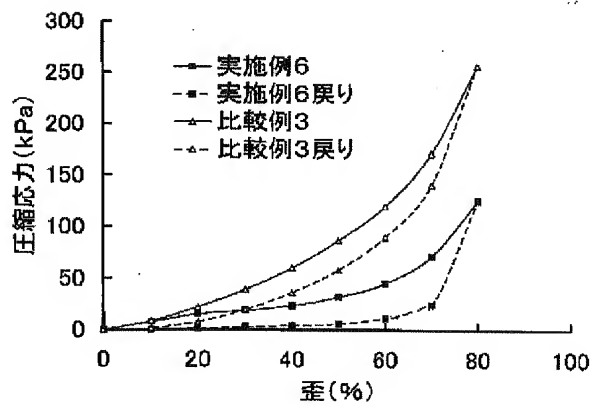
【図 3】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72) 発明者 石井 秀樹

栃木県宇都宮市鶴田町3228-3 コーポ小  
川201号

F ターム (参考) 4F207 AA03 AA04 AB02 AG01 AG20  
AG27 AH48 AR12 AR15 KA01  
KA11 KF04 KL84 KW26  
4F212 AA03 AA04 AB02 AG01 AG20  
AG27 AH48 AR12 AR15 UA09  
UA11 UA13 UA15 UB02 UC01  
UC05 UC07 UC10 UG02 UW25

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-353763

(43)Date of publication of application : 25.12.2001

(51)Int.Cl.

B29C 47/08

B29C 67/20

// B29K 23:00

B29K105:04

B29L 7:00

(21)Application number : 2000-180132

(71)Applicant : JSP CORP

(22)Date of filing : 15.06.2000

(72)Inventor : WAKABAYASHI KOICHI  
WATANABE YOSHINORI  
AOKI MOTOI  
ISHII HIDEKI

## (54) POLYOLEFIN RESIN OPEN CELL FOAM EXTRUSION FOAMED SHEET

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polyolefin resin open cell foam extrusion foamed sheet having excellent softness, flexibility, thickness recovery after compression, sound absorbability, moisture absorbability and air permeability as well as excellent tensile strength.

SOLUTION: The polyolefin resin open cell foam extrusion foamed sheet comprises through pores of 5 to 100 pieces/cm<sup>2</sup> each having a pore size of 0.01 to 1.0 mm, an open cell foam fraction of 70% or more, an apparent density of 0.013 to 0.18 g/cm<sup>3</sup> and a number of foams of 0.3 to 50 pieces/mm<sup>3</sup> in such a manner that a mean foam size satisfies formulae  $0.5 \leq X/Z \leq 3.5$  (1),  $0.5 \leq Y/Z \leq 3.0$  (2) and  $0.1 \leq Z \leq 2.0$  (3), wherein X is a mean cell size (mm) in an extrusion direction, Y is a mean cell size (mm) in a lateral direction perpendicular to the extrusion direction and Z is a mean cell size (mm) in a thickness direction.



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

[Claim(s)]

[Claim 1]A breakthrough with an aperture of 0.02-1.0 mm 5-100-piece [/cm ] <sup>2</sup> \*\*\*\*\*, A polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet, wherein a rate of an open cell satisfies not less than 70%, apparent density gravity satisfies 0.3-50-piece [/mm ] <sup>3</sup> in 0.013 - 0.18 g/cm<sup>3</sup> and the number of air bubbles and an average cell diameter satisfies following condition type (1) - (3).

[Equation 1] $0.5 \leq X/Z \leq 3.5$  ---- (1)

[Equation 2] $0.5 \leq Y/Z \leq 3.0$  ---- (2)

[Equation 3] $0.1 \leq Z \leq 2.0$  ..... (3)

However, an average cell diameter (mm) of the cross direction where an average cell diameter (mm) of the direction of extrusion and X cross at right angles, and the direction of extrusion and Y cross at right angles, and Z are the average cell diameters (mm) of a thickness direction.

[Claim 2]The polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet according to claim 1, wherein apparent density gravity is 0.013 - 0.035 g/cm<sup>3</sup> and cellular breakthrough formation rates (A) called for by a following formula (4) are 0.3-30.

[Equation 4]The number of  $A = (\text{number of air bubbles (piece/mm}^3) \times 10)^2 / \text{breakthroughs (piece/cm}^2)$  ..... (4)

[Claim 3]The polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet according to claim 1 or 2 whose polyolefin system resin is polyethylene system resin.

[Claim 4]Rotating this needle roll and a carrier roll using a needle roll and a carrier roll with which a warmed needle for breakthrough formation is formed. A manufacturing method of the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet according to claim 1, 2, or 3 forming a breakthrough by passing a gap of a needle roll and a carrier roll for a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet.

---

**DETAILED DESCRIPTION**


---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet about the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet used for a cushioning material, a packing material, a sound-absorbing material, a moisture absorption material, a vibroisolating material, building materials, etc. which is excellent in pliability in more detail and has sufficient tensile strength. [0002]

[Description of the Prior Art]From the former, a polyethylene-system-resin extrusion-foaming object, a polypropylene resin extrusion-foaming object, etc. are known as foam which consists of polyolefin system resin. This extrusion-foaming object is manufactured by making polyolefin system resin of a raw material extrude and foam

under atmospheric pressure through the die in which it was provided at the tip of an extrusion machine within an extrusion machine, after kneading, and also pouring in and kneading a foaming agent under high temperature high pressure and considering it as a fizz melting resin composition, heat melting and. Thus, since it is lightweight and flexible, the manufactured extrusion-foaming object has been widely used as a cushioning material, a packing material, thermal insulation, etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the polyolefin-system-resin foam obtained by extrusion foaming, Since it had closed cell structure, pliability, flexibility, the thickness recovery after compression, sound absorption nature, hygroscopicity, and breathability were insufficient, and it was not able to be used as the core material of the chair or bed in which thickness recoverability is demanded, a curing material of the concrete in which breathability is demanded, etc. Performing pinholing processing on a polyolefin-system-resin foaming sheet, and raising pliability has also been examined. However, when the pinholing was formed, physical properties, such as tensile strength etc. of what can be given, were not able to fall, and a certain amount of pliability was not able to obtain a good thing.

[0004]On the other hand, in the field as which pliability, flexibility, the thickness recovery after compression, and breathability are required, urethane foam has been used conventionally. However, the recycling to a raw material is difficult for urethane foam, and also since chemical resistance, such as acid-proof and alkali-proof, heat resistance, weatherability, etc. are inferior, development of the substitute is demanded.

[0005]An object of this invention is to provide the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet which is excellent in pliability, flexibility, the thickness recovery after compression, sound absorption nature, hygroscopicity, and breathability, and also is excellent in tensile strength.

[0006]

[Means for Solving the Problem]A polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, A breakthrough with an aperture of 0.02-1.0 mm 5-100-piece [ $\text{cm}^2$ ] \*\*\*\*\*, A rate of an open cell satisfies not less than 70%, in 0.013 - 0.18  $\text{g/cm}^3$  and the number of air bubbles, apparent density gravity satisfies 0.3-50-piece [ $\text{mm}^3$ ]<sup>3</sup>, and an average cell diameter satisfies following condition type (1) - (3).

[0007]

[Equation 5] $0.5 \leq X/Z \leq 5$  ..... (1)

[Equation 6] $0.5 \leq Y/Z \leq 5$  ..... (2)

[Equation 7] $0.1 \leq Z \leq 2.0$  ..... (3)

However, the average cell diameter (mm) of the cross direction where the average cell diameter (mm) of the direction of extrusion and X cross at right angles, and the direction of extrusion and Y cross at right angles, and Z are the average cell diameters (mm) of a thickness direction.

[0008]Apparent density gravity is 0.013 - 0.035  $\text{g/cm}^3$ , and, as for the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, it is preferred that the cellular breakthrough formation rates (A) called for by a following formula (4) are 0.3-30.

[Equation 8]The number of  $A = (\text{number of air bubbles (piece/mm}^3)^{1/3} \times 10)^2 / \text{breakthroughs (piece/cm}^2)$  ..... (4)

[0009]As for the above-mentioned polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet, it is preferred that base material resin is polyethylene system resin.

[0010]Manufacture of said polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet, It is preferred by passing the gap of a needle roll and a carrier roll for a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet to form a breakthrough, rotating this needle roll and a carrier roll using the needle roll and carrier roll with which the warmed needle for breakthrough formation is formed.

[0011]The polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet (henceforth an "open cell foaming sheet") of this invention consists of polyolefin system resin for which a bridge is not constructed [no constructing a bridge or] over a real target. The boil xylene insoluble matter (it filters at boiling and the wire gauze of 100 meshes for 8 hours)



of the polyolefin system resin for which a bridge is not constructed [ no constructing a bridge or ] over a real target is 0 to 3% of the weight of a thing. In polyolefin system resin in this invention, for example High density polyethylene, Low density polyethylene, straight-chain-shape low density polyethylene, straight-chain-shape ultra low density polyethylene, The polypropylene which has low density polyethylene and long chain branching from the point that polypropylene, ethylene propylene rubber, an ethylene-butene copolymer, an ethylene-vinylacetate copolymer, etc. are contained, and extrusion foaming is easy is preferred. The point of pliability to polyethylene system resin is preferred, and low density polyethylene, straight-chain-shape low density polyethylene, and straight-chain-shape ultra low density polyethylene are preferred especially.

[0012]It not only may use polyolefin system resin independently, but in this invention, it may mix and use two or more sorts. VCM/PVC system resin, such as styrene resin, polyvinyl chloride, and a polyvinyl chloride acetate copolymer, etc. may be mixed and used for polyolefin system resin.

[0013]An open cell foaming sheet of this invention is obtained by forming a breakthrough later mentioned on a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet (henceforth an "extrusion-foaming sheet"). This extrusion-foaming sheet is manufactured by making polyolefin system resin extrude and foam to a sheet shaped under atmospheric pressure through a die in which it was provided at the tip of an extrusion machine within an extrusion machine, after kneading, and also pouring in and kneading a foaming agent under high temperature high pressure and considering it as a fizz melting resin composition, heat melting and etc.

[0014]As a foaming agent used for manufacture of an extrusion-foaming sheet, a physical foaming agent and a chemical foaming agent are used. In a physical foaming agent, carbon dioxide, air, nitrogen, etc. are mentioned as a thing of an inorganic system. As a thing of an organic system, halogenated hydrocarbon, such as hydrocarbon, such as propane, butane, and pentane, 1,1,1,2-tetrafluoroethane, and 1,1-difluoroethane, etc. can be used in a physical foaming agent. AZOJI carvone amide, sodium bicarbonate, etc. can be used as a chemical foaming agent.

[0015]In manufacture of an open cell foaming sheet of this invention, a cellular regulator is added by polyolefin system resin if needed. As a cellular regulator, a reaction mixture with acid salt of inorganic powder, such as talc and silica, or polyvalent carboxylic acid, polyvalent carboxylic acid, sodium carbonate, or sodium bicarbonate, etc. are mentioned.

[0016]Various additive agents, such as a spray for preventing static electricity, a flow improver, etc. and colorant of quantity of a range which does not bar the desired end, can also be blended with polyolefin system resin if needed. Talc, silica, calcium carbonate, etc. can also be added as an inorganic bulking agent.

[0017]A rate of an open cell of an open cell foaming sheet of this invention is not less than 90% preferably not less than 70%. When a rate of an open cell is less than 70%, the manifestation effect of a function peculiar to open-cell foam of stability, cushioning properties, pliability, sound absorption nature, moisture permeability, and breathability to repeated stress decreases, and it becomes difficult to call it a foaming sheet of an open cell.

[0018]Measurement of a rate of an open cell in this specification is performed as follows according to ASTM D-2856-70 (Procedure C). It asks for the true volume  $V_x$  ( $\text{cm}^3$ ) of a test portion using an exhaust air pycnometer, and asks for the apparent volume  $V_a$  ( $\text{cm}^3$ ) from an outer size of a test portion, and a rate of an open cell (%) is calculated by a formula (5). It is the sum of volume of resin in a test portion, and volume of a closed cell portion in the true volume  $V_x$ .

[0019]

[Equation 9]

$$\text{Rate of open cell (\%)} = [(V_a - V_x) / (V_a - W / \rho)] \times 100 \quad (5)$$

It is the density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) of the substrate with which  $W$  constitutes the weight ( $\text{g}$ ) of a test portion and  $\rho$  constitutes foam.

[0020]What started 40 mm long and two or more 25-mm-wide sheet-shaped samples, piled up the started sample, and was about 25 mm in thickness is used for a test portion. A specimen is accumulated so that a crevice may not open as much as possible among both specimens, and let it be a thickness of about 25 mm.

[0021]the open cell foaming sheet of this invention — apparent density gravity —  $0.013 - 0.18 \text{ g/cm}^3$  — desirable —  $0.013 - 0.035 \text{ g/cm}^3$  — it is  $0.013 - 0.030 \text{ g/cm}^3$  preferably. When apparent density gravity is less than  $0.013 \text{ g/cm}^3$ , there is a possibility that the intensity of an open cell foaming sheet may become weak. On the other hand, if apparent density gravity becomes large, the compressive strength of an open cell foaming sheet will become large, and will become insufficient [ pliability ], and lightweight nature will also get worse.

[0022]Measurement of apparent density gravity in this specification shall be performed based on JIS K 6767.

[0023]The number of air bubbles of an open cell foaming sheet of this invention is 0.3–50–piece  $[\text{/mm}]^3$ . When the number of air bubbles is less than 0.3–piece  $[\text{/mm}]^3$ , it becomes an extrusion–foaming sheet whose cell diameter is too large and which is inferior in appearance, and also compressive hardness becomes large, and it becomes impossible to acquire the target pliability. When the number of air bubbles exceeds 50–piece  $[\text{/mm}]^3$ , air bubbles in which a breakthrough is not formed increase in number, and as a result, compressive hardness will become large, and it will become impossible on the other hand, to acquire the target pliability in a drilling process with a needle for breakthrough formation later mentioned from a cell diameter being small.

[0024]An average cell diameter of air bubbles which constitute said open cell foaming sheet satisfies following condition type (1) – (3).

[0025]

[Equation 10] $0.5 \leq X/Z \leq 3.5$  ..... (1)

[Equation 11] $0.5 \leq Y/Z \leq 3.0$  ..... (2)

[Equation 12] $0.1 \leq Z \leq 2.0$  ..... (3)

[0026]However, an average cell diameter (mm) of the cross direction where an average cell diameter (mm) of the direction of extrusion and X cross at right angles, and the direction of extrusion and Y cross at right angles, and Z are the average cell diameters (mm) of a thickness direction.

[0027]It is  $0.1 \leq Z \leq 2.0$ , as for the average cell diameter Z (mm) of a thickness direction in other extrusion–foaming sheets of this invention, it is preferred that it is  $0.4 \leq Z \leq 1.3$ , and it is more preferred that it is  $0.6 \leq Z \leq 1.1$ . When the average cell diameter Z of a thickness direction is less than 0.1 mm, there is a possibility that intensity too thin a cellular film and usable as a cushioning material, a packing material, building materials, etc. cannot be obtained. On the other hand, when exceeding 2 mm, \*\* and an umbrella with it are lost. [ bad and also appearance and ]  
[ peculiar / air bubbles are too large, and / to foam ]

[0028]a ratio of the average cell diameter X of the direction of extrusion, and the average cell diameter Z of a thickness direction —  $X/Z$  is  $0.5 \leq X/Z \leq 3.5$  and it is preferred that it is  $0.7 \leq X/Z \leq 1.4$ . a ratio of the crosswise average cell diameter Y and the average cell diameter Z of a thickness direction which intersect perpendicularly with the direction of extrusion — it is preferred that  $Y/Z$  is also  $0.5 \leq Y/Z \leq 3.0$  and is  $0.9 \leq Y/Z \leq 1.5$ . when  $X/Z$  is less than 0.5, and/or when  $Y/Z$  is less than 0.5, shape of air bubbles is too longwise — a hole — there is a possibility that processing cannot make a rate of an open cell high difficultly, and pliability may become insufficient. When  $X/Z$  exceeds 3.5, and/or when  $Y/Z$  exceeds 3.0, it becomes what has insufficient tensile strength of an open cell foaming sheet of this invention.

[0029]Measurement of the average cell diameter Y of the cross direction which intersects perpendicularly with the average cell diameter X of the direction of extrusion and the direction of extrusion, and the average cell diameter Z of a thickness direction in this specification is performed based on a crosswise (TD) section which intersects perpendicularly with a direction–of–extrusion (MD) section of an extrusion–foaming sheet, and MD.

[0030]Specifically, it carries out as follows. About X, length before expansion lengthens a line segment equivalent to 5 mm in MD section enlarged drawing first produced by carrying out photomacrography under a microscope etc. to three places, MD near the surface of an extrusion–foaming sheet, MD of a thickness direction center section, and MD in near a rear face. Next, severaln of air bubbles which intersect each pulled line segment (n) What some air bubbles intersect is included in this line segment. It asks, It is referred to as X (mm) with an arithmetical average of an average cell diameter per [ which was called for from each of a total of three line segments which lengthened an

average cell diameter per air bubbles on each line segment near the surface, a thickness direction center section, and near the rear face by formula:  $\{5/(n-1)\}$  ] air bubbles.

[0031]In TD section enlarged drawing first produced by carrying out photomacrography under a microscope etc. about Y, Length before expansion lengthens a line segment equivalent to 5 mm to three places, TD near the surface of an extrusion-foaming sheet, TD of a thickness direction center section, and TD in near a rear face, and a value required in operation of calculating X, and the same operation is set to Y (mm).

[0032]About Z, a straight line covering sheet thickness is drawn in TD section enlarged drawing or MD section enlarged drawing to a thickness direction in near the both ends of a test sample, and a thickness direction in a width center section of the test sample, Calculate several  $n_2$  of air bubbles which intersect this straight line, and it asks for an average cell diameter per air bubbles on each straight line respectively by formula:  $\{\text{sheet thickness (mm)} / n_2\}$ , It is referred to as Z (mm) with an arithmetical average of an average cell diameter per [ which was called for respectively ] air bubbles from a total of three straight lines drawn near sample both ends and in the width center section.

[0033]A calculating method of the above-mentioned number of air bubbles is computed by a following formula (5) from the average cell diameter X, Y, and Z.

[0034]

[Equation 13]Number of air bubbles (piece/mm<sup>3</sup>) =  $(1/X) \times (1/Y) \times (1/Z)$   
..... (5)

[0035]As for the open cell foaming sheet of this invention, a breakthrough with the aperture of 0.02–1.0 mm is 5–100–piece  $[/\text{cm}]^2$  \*\*\*\*\*. Since the open cell foaming sheet of this invention is provided [ the breakthrough ] in this way, even if it is a foaming sheet which consists of polyolefin system resin, its rate of an open cell is high, and it has the outstanding pliability, flexibility, the thickness recovery after compression, hygroscopicity, and breathability.

[0036]Since the compression set of the open cell foaming sheet is carried out and recovery after canceling compressive force becomes slow when an aperture of the above-mentioned breakthrough is less than 0.02 mm, it will become insufficient [ early modification recovery which is the feature of this invention foaming sheet ]. Since it leads to destroying greatly a cellular film which constitutes air bubbles when an aperture of a breakthrough exceeds 1.0 mm, a mechanical strength of an open cell foaming sheet falls, and a compression set also becomes large.

[0037]Measurement of an aperture of a breakthrough is performed as follows. Photomacrography of the surface of an open cell foaming sheet is first carried out with an electron microscope etc., and a flat-surface enlarged drawing of a breakthrough of this sheet is obtained. As shown in drawing 3 (a) and (b), when an aperture changes to a direction which shape of a breakthrough measures by an infinite form, or also when shape of each breakthrough and a size are different, in an obtained enlarged drawing A certain sake, Let an aperture of a direction which shows length between couplings be the aperture L of a breakthrough of each hole (L says an aperture of a actual breakthrough in consideration of not length but magnifying power in an enlarged drawing.). Let average value of 30 apertures measured in this way be an aperture of a breakthrough of an open cell foaming sheet.

[0038]When the number of breakthroughs is less than five-piece  $[/\text{cm}]^2$ , there is a possibility that pliability which compressive hardness is too high and makes the purpose, and thickness recoverability after compression may worsen. The manifestation effect of functions, such as sound absorption nature, moisture permeability, and breathability, decreases, and it becomes difficult to call it a foaming sheet of an open cell. Since compressive hardness becomes low too much when the number of breakthroughs exceeds 100–piece  $[/\text{cm}]^2$ , there is a possibility that practical intensity in a case of using it as a cushioning material etc. may become insufficient.

[0039]It asks for the number of breakthroughs as follows. Photomacrography of the surface of an open cell foaming sheet is first carried out under a microscope etc., and a flat-surface enlarged drawing of a breakthrough of this sheet is obtained. In an obtained enlarged drawing, area before expansion counts the number of breakthroughs which exist in area equivalent to 1–cm<sup>2</sup> (square which are 1 cm x 1 cm), and considers it as the number of breakthroughs.

However, when the number of breakthroughs changes with enclosure positions of this area, the number of breakthroughs adopts the number of breakthroughs in area used as the maximum.

[0040]In an extrusion-foaming sheet of this invention, it is preferred that cellular breakthrough formation rates (A) called for by (4) types are 0.3-30, and also it is preferred that it is 0.3-10, and it is preferred that it is especially 0.3-2.5. By setting this cellular breakthrough formation rate to 0.3-30, compressive strength of an extrusion-foaming sheet can be carried out to such an extent that desirable pliability is acquired especially, and tensile strength of a foaming sheet will also become sufficient.

[0041]

[Equation 14]

The number of  $A = (\text{number of air bubbles (piece/mm}^3)^{1/3} \times 10)^2 / \text{breakthroughs (piece/cm}^2)$   
..... (4)

The number of air bubbles is called for by (5) types, as mentioned above, and the number of breakthroughs is called for based on an enlarged drawing produced by carrying out photomacrography of the surface of an open cell foaming sheet under a microscope etc., as mentioned above.

[0042]As for thickness of an extrusion-foaming sheet of this invention, it is preferred that it is 0.5-15 mm. When thickness is less than 0.5 mm, there is a possibility that intensity of an open cell foaming sheet may become weak. When thickness exceeds 15 mm, needle hole processability for forming a breakthrough falls in respect of line velocity and a breakthrough formation rate.

[0043]As for an open cell foaming sheet of this invention, it is preferred that a residual strain after after-opening 30 second passage at the time of compressive hardness being 5 - 40kPa, and opening wide after 50% compression 50% is [ a residual strain after 50% or less and after-opening 24 hour progress ] 10% or less. Such an open cell foaming sheet is preferred as a core material of a chair and a bed in which thickness recoverability is demanded.

[0044]As for the 50% compressive hardness of an open cell foaming sheet, from a point that softness was more excellent and that it is a sheet, it is more preferred that it is 5 - 35kPa. When there is a possibility that an open cell foaming sheet of less than 5 kPa may have too soft [ to use it as a cushioning material ] compressive hardness 50% and it exceeds 40kPa, there is a possibility that it may be too hard to use it as a cushioning material depending on a use.

[0045]50% or less of a residual strain after after-opening 30 second passage at the time of opening wide after 50% compression of an open cell foaming sheet is desirable, and is more desirable from a point of productivity and pliability. [ 5 to 30% of ] When a residual strain after 30 second passage exceeds 50%, there is a possibility that recovery of thickness cannot be too slow or it cannot be used as a cushioning material in a broad field from recovery being too bad. In a residual strain after 5 - 35kPa and 30 second passage after 50% compression opening, 50% compressive hardness can obtain 5 to 30% of especially good open cell foaming sheet by adjusting  $0.013-0.035\text{g} / \text{cm}^3$  and a cellular breakthrough formation rate, for example for apparent density gravity to 0.3-2.5.

[0046]As for a residual strain after the after-opening 24-hour progress at the time of opening wide after 50% compression of an open cell foaming sheet, it is preferred that it is 10% or less, and it is more desirable. [ 5% or less of ] Since recoverability after compression cannot return to the original state easily bad when a residual strain after 24-hour progress exceeds 10%, it cannot be used as a core material of a chair or a bed.

[0047]Measurement of 50% compressive hardness is performed based on a measuring method of compressive hardness of JIS K 6767 except having made a compression amount into 50%. It specifically compresses and stops 50% of thickness which begins a specimen, and load of 20 seconds after is measured. A specimen is accumulated so that a crevice may not open as much as possible among both specimens, and let it be a thickness of about 25 mm.

[0048]Measurement of a residual strain (%) after 50% compression is performed based on a measuring method of a compression set of JIS K 6767 except having made a compression amount into 50%, and having performed leaving times as follows. A compression equipment of structure where the first thickness can compress a specimen 50% is specifically used, and where it compressed a specimen to 50% and it is compressed 50%, after holding for 20 seconds,

a specimen is picked out from a compression equipment. About a specimen picked out from this device, thickness (mm) after specified time elapse is measured from a time of being taken out. Like measurement of compressive hardness, a specimen is accumulated so that a crevice may not open as much as possible among both specimens, and let it be a thickness of about 25 mm.

[0049]As for both open cell foaming sheets of this invention, it is preferred that tensile strength of the direction of extrusion and the cross direction is 150 or more kPa, and it is more preferred that they are 180 or more kPa. When tensile strength of either the direction of extrusion or the cross direction is less than 150 kPa, intensity is insufficient for considering it as a core material of a chair or a bed, and using it. Although a maximum in particular of tensile strength is not limited, it is 2000kPa in general. An open cell foaming sheet of this invention has sufficient tensile strength by forming a breakthrough specific on a specific extrusion-foaming sheet which has above-mentioned composition.

[0050]Measurement of tensile strength is performed based on the A method of JIS K6767 except making a speed of testing into 10 mm/min.

[0051]An open cell foaming sheet of this invention can be obtained by manufacturing an extrusion-foaming sheet by an extrusion-foaming method, next forming a specific breakthrough in an extrusion-foaming sheet. A specific breakthrough is formed by passing a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet in a gap of a needle roll and a carrier roll, rotating this needle roll and a carrier roll using a needle roll and a carrier roll with which a warmed needle for breakthrough formation is formed, for example.

[0052]Specifically, a breakthrough is formed using the breakthrough forming device 1 as shown, for example in drawing 1. The needle 4 for breakthrough formation is formed in a peripheral surface of the needle roll 2 in drawing 1 over an approximately whole area. A peripheral surface of the carrier roll 3 is constituted so that the needle 4 may not be damaged using rubber, a brush, etc.

[0053]As for a gap of the needle roll 2 and the carrier roll 3, it is preferred the same length as the needle 4 or to set up short a little so that the needle 4 may penetrate the extrusion-foaming sheet 5.

[0054]As for the needle 4 of a peripheral surface of the needle roll 2, it is preferred to be warmed by  $^{**} (mp-40) - (mp+10) ^{**}$  on the basis of the melting point (mp) of base material resin of an extrusion-foaming sheet and  $^{**}$ , and being warmed by  $^{**} (mp-30) - (mp+5) ^{**}$  is more preferred. Since the extrusion-foaming sheet 5 of the circumferential breakthrough circumference has become soft after being stabbed with the needle 4 by the extrusion-foaming sheet 5 and forming a breakthrough if the needle 4 is warmed more than  $^{**} (mp-40)$ , it can draw out easily from the extrusion-foaming sheet 5. However, since the extrusion-foaming sheet 5 of a breakthrough periphery is too hard and the needle 4 is bound tight when temperature of the needle 4 is less than  $^{**} (mp-40)$ , there is a possibility that it may become difficult to draw out the needle 4 from the extrusion-foaming sheet 5. On the other hand, since an extrusion-foaming sheet of a breakthrough periphery will fuse and a cellular film will be destroyed more than needed if the needle 4 is warmed exceeding  $^{**} (mp+10)$ , there is a possibility that sufficient pliability and a mechanical strength may no longer be obtained. Let the melting point be the top temperature of a melting peak (melting peak which has a larger area when two or more melting peaks appear) obtained by the thermal flux DSC in a part for heating rate/at 10  $^{**}$  based on JIS K7121.

[0055]Measurement of temperature of the needle 4 uses contact type surface thermometers, such as a thermo couple, defines ten temperature survey points crosswise [ of a needle roll ] at abbreviation regular intervals, and measures temperature of a tip part of a needle and a root part which are located in this point of measurement. An arithmetic mean of obtained temperature data of 20 points is made into temperature of a needle.

[0056]Although peripheral velocity of rotation of a needle roll and a carrier roll, i.e., manufacture speed of an open cell foaming sheet, is suitably changed corresponding to construction material of an open cell foaming sheet, apparent density gravity, and thickness, it is usually 5 - 100 m/min. In order to raise process tolerance of a breakthrough formed with a needle, 5-45-/min is preferred.

[0057]

[Example] Hereafter, an example is given and this invention is explained still in detail. The extrusion-foaming sheet was manufactured in Examples 1-14 and the comparative examples 1-5, using the mixture of 70 % of the weight of normal butane, and 30 % of the weight of isobutane as a foaming agent, using low density polyethylene (Nippon Unicar "DFDJ-6775":mp111 \*\*) as base material resin. The extrusion-foaming sheet was manufactured in Example 15 and the comparative example 6, using the mixture of 70 % of the weight of normal butane, and 30 % of the weight of isobutane as a foaming agent, using polypropylene (Montel "PF814":mp160 \*\*) as base material resin.

[0058] In Examples 1-15 and the comparative examples 2, 4, and 5, the breakthrough forming device shown in drawing 1 was used, and the breakthrough was formed in the extrusion-foaming sheet. The open cell foaming sheet of Example 6 forms a breakthrough in the extrusion-foaming sheet equivalent of the comparative example 3. The open cell foaming sheet of Example 15 forms a breakthrough in the extrusion-foaming sheet equivalent of the comparative example 6. The open cell foaming sheet of the comparative example 2 forms a breakthrough in an extrusion-foaming sheet at the equivalent of the comparative example 1.

[0059] The path of 1400 mm and a carrier roll of the path of the needle roll in the breakthrough forming device used in Examples 1-15 and the comparative examples 2, 4, and 5 is 150 mm, width is 130 mm, and width is 1400 mm. The peripheral surface of the carrier roll is covered with rubber. In Examples 1-15 and the comparative examples 2 and 5, the with 6 mm in length and a thickness of 2.2 mm thing was used for the needle for breakthrough formation in the comparative example 4 using the with 6 mm in length, and a thickness of 0.62 mm thing.

[0060] The arrangement in the peripheral surface of the needle roll of the needle for breakthrough formation is shown in drawing 2. In drawing 2, a shows the interval of the needle roll cross direction of a needle and a needle, and b shows the interval of the needle roll circumferential direction of a needle and a needle, respectively. In Examples 1-15 and the comparative examples 2 and 4, they could be  $a = 2$  mm and  $b = 2.6$  mm. In the comparative example 5, they could be  $a = 8$  mm and  $b = 12$  mm. In Examples 1-14 and the comparative examples 2, 4, and 5, the temperature of the needle was adjusted to 90 \*\*, and the temperature of the needle was adjusted to 150 \*\* in Example 15 and the comparative example 6.

[0061] the ratio of the thickness of the open cell foaming sheet obtained in Examples 1-15 and the comparative examples 2, 4, and 5, density, the number of air bubbles, the number of air bubbles, and a cell diameter —  $X/Z$ ,  $Y/Z$ , the cell diameter  $Z$ , the rate of an open cell, the path of a breakthrough, and the number of holes are shown in Table 1. The various physical properties of the extrusion-foaming sheet in which a breakthrough is not formed are also collectively shown in Table 1 as the comparative examples 1, 3, and 6.

[0062]

[Table 1]

	樹脂	厚み (mm)	見かけ密度 (g/cm <sup>3</sup> )	気泡数 (個/mm <sup>3</sup> )	気泡径比		気泡径 (mm)	連続 気泡率 (%)	気泡貫通孔 形成率	貫通孔	
					X/Z	Y/Z				孔径 (mm)	孔数 (個/cm <sup>2</sup> )
1	LDPE	1	0.019	16.6	2.29	1.88	0.24	98.2	15.5	0.28	41
2	LDPE	2	0.02	6.6	1.59	1.11	0.44	98.0	8.6	0.29	41
3	LDPE	2	0.021	7.0	0.93	0.93	0.55	98.1	3.9	0.30	41
4	LDPE	3	0.021	4.7	1.29	1.24	0.51	96.3	6.8	0.30	41
5	LDPE	4	0.021	2.9	1.36	1.24	0.59	97.2	5.0	0.29	41
6	LDPE	5	0.02	1.0	1.30	1.30	0.83	97.7	2.4	0.30	41
7	LDPE	5	0.019	0.5	0.91	0.92	1.38	98.8	1.5	0.29	41
8	LDPE	8	0.028	1.0	0.78	1.09	1.06	98.6	2.4	0.32	41
9	LDPE	1	0.037	41.9	2.17	1.89	0.18	82.3	29.4	0.33	41
10	LDPE	2	0.044	37.9	1.35	1.12	0.26	78.4	27.1	0.31	41
11	LDPE	2	0.057	3.6	2.06	1.37	0.46	96.6	3.7	0.32	41
12	LDPE	1	0.085	57.8	2.86	2.21	0.14	70.2	36.5	0.34	41
13	LDPE	1	0.056	15.7	2.19	1.65	0.26	93.3	15.3	0.32	41
14	LDPE	2	0.053	6.2	1.35	1.51	0.43	95.8	8.2	0.32	41
15	PP	5	0.03	0.8	1.42	1.38	0.86	98.2	2.1	0.35	41
1	LDPE	0.5	0.025	32.3	3.84	3.54	0.13	10.4	—	無	無
2	LDPE	0.5	0.025	38.5	3.84	3.07	0.13	98.1	27.8	0.28	41
3	LDPE	5	0.022	1.1	1.26	1.25	0.84	19.0	—	無	無
4	LDPE	5	0.023	1.1	1.29	1.28	0.83	75.1	2.6	1.4	41
5	LDPE	5	0.022	1.0	1.31	1.30	0.83	39.3	50	0.30	2
6	PP	5	0.03	0.86	1.39	1.47	0.83	25.6	—	無	無

実施例

比較例

LDPE: 低密度ポリエチレン  
PP: ホモポリプロピレン

[0063] Measurement of the thickness of the open cell foaming sheet in an example and a comparative example and an extrusion-foaming sheet and density was performed as follows.

[0064] The thickness of the open cell foaming sheet and the extrusion-foaming sheet measured ten thickness of the cross direction of this foaming sheet at equal intervals from the end to the end of another side, and the arithmetical average of these ten points was used for it.

[0065] The apparent density gravity of an open cell foaming sheet and an extrusion-foaming sheet, Measure the weight (g) of the specimen of 5 cm by 5 cmx sheet thickness, and then this specimen is sunk into the measuring



cylinder containing water, It swayed 2 to 3 times, and except for the air bubbles of the surface of a foaming sheet, it asked for the volume ( $\text{cm}^3$ ) of the specimen from a part for the water level rise of a measuring cylinder, and asked by  $\times$ (ing) weight (g) of a specimen by the volume ( $\text{cm}^3$ ).

[0066]The microphotograph which photoed the surface of the foaming sheet obtained by drawing 4 and drawing 5 in Example 6 was shown for reference. Drawing 4 is the microphotograph which expanded two or more breakthroughs by 15 times, and photoed them, and drawing 5 is the microphotograph which expanded the breakthrough of 1 by 150 times and photoed it.

[0067]25% of the foaming sheets obtained in Examples 1-15 and the comparative examples 1-6, 50% compressive hardness, the residual strain for every lapsed time at the time of opening wide, after compressing 50%, tensile strength, elongation, etc. are shown in Table 2. Measurement of 25% or 50% compressive hardness was performed based on the measuring method of the compressive hardness of JIS K6767 except having made the compression amount into 25% and 50% respectively. It specifically compressed and stopped only 25% of the thickness which begins a specimen, and 50%, and the load of 20 seconds after was measured. The specimen was accumulated so that a crevice might not open as much as possible among both specimens, and it was made into a thickness of about 25 mm.

[0068]

[Table 2]

		圧縮硬さ ( $\times 10^4 \text{Pa}$ )		50%圧縮後の残留歪 (%)					引張強さ ( $\times 10^4 \text{Pa}$ )		引張伸 (%)	
		25%圧縮	50%圧縮	30秒後	1時間後	3時間後	24時間後	36時間後	MD	TD	MD	TD
実施例	1	0.49	1.77	44.4	29.4	23.6	4.4	0	43.2	26.5	56.3	62.4
	2	0.98	2.84	45.2	37.0	15.3	6.2	4.2	42.2	25.5	89.4	65.3
	3	1.08	3.33	37.2	27.8	10.1	2.8	1.8	53.0	26.5	94.1	89.0
	4	1.27	3.63	39.0	14.1	1.7	0	0	39.2	23.5	67.7	63.8
	5	1.47	4.41	38.8	20.2	4.6	1.5	1.3	38.2	21.6	90.2	64.8
	6	1.08	3.24	31.3	18.6	2.5	2.5	2.5	29.4	20.6	108.8	81.3
	7	0.69	1.67	15.4	4.4	2.2	0	0	30.4	20.6	114.0	81.6
	8	1.08	3.53	22.3	13.4	12.6	5.6	1.2	26.5	18.6	98.1	88.0
	9	1.08	4.22	41.5	32.7	21.4	7.0	3.3	110.8	46.1	74.7	55.7
	10	2.35	6.96	40.7	34.7	20.6	6.5	3.5	64.7	37.3	129.4	84.0
	11	2.06	5.69	23.6	7.3	5.2	0	0	83.4	42.2	116.7	108.5
	12	4.12	11.57	35.9	22.6	7.5	3.5	3.0	181.4	71.6	91.1	73.4
	13	3.24	8.14	37.2	14.8	2.5	2.0	2.0	148.1	60.8	115.6	84.1
	14	2.45	6.86	34.3	17.4	11.6	2.5	1.0	84.3	41.2	117.0	97.3
	15	3.73	7.35	27.6	19.1	11.6	4.3	2.1	70.6	48.1	70.4	64.9
比較例	1	1.47	6.27	44.4	39.4	31.6	27.4	24.5	26.5	20.6	72.2	62.3
	2	0.29	1.27	36.9	27.4	15.6	5.3	0.5	14.7	5.9	61.2	58.6
	3	3.14	8.63	44.3	39.5	30.0	20.2	20.2	34.3	23.5	149.0	89.8
	4	2.65	7.15	37.2	31.9	24.3	11.9	9.6	30.4	20.6	119.0	85.2
	5	3.04	8.33	44.0	40.0	28.7	19.9	19.8	33.3	22.5	145.0	87.4
	6	4.41	9.32	31.9	27.5	24.3	19.2	18.6	83.4	60.8	78.3	70.5

[0069]The result of having measured moisture vapor transmission and air permeability for the result of having measured sound absorbing performance, to Table 3 about the open cell foaming sheet or extrusion-foaming sheet manufactured in Example 6 and the comparative example 3 is shown in Table 4.

[0070]Measurement of sound absorbing performance piled up an open cell foaming sheet or nine extrusion-foaming sheets, was made into the 50-mm-thick test portion, and was performed in JIS A1405 about this sample using A pipe. Moisture vapor transmission is the value measured in JIS Z0208 under 30  $\times$  and the condition of 90% of relative humidity.

Air permeability is the value measured in JIS P8117.



[0071]

[Table 3]

周波数 (H z)	吸音率 (%)	
	実施例 6	比較例 3
2 5 0	1 5	1 2
3 2 0	2 3	9
4 0 0	3 0	8
5 0 0	4 9	1 0
6 3 0	9 0	1 2
8 0 0	5 8	1 5
9 8 0	4 0	3 5
1 4 0 0	6 0	7 2
1 6 0 0	6 0	2 0

[0072]

[Table 4]

	実施例 6	比較例 3
透湿度 ( g / m <sup>2</sup> · 2 4 h )	3 0 0	0
透気度 ( s e c / 1 0 0 m l )	4	0

[0073]In Table 2, an open cell foaming sheet is excellent in the recovery characteristic after 50% compression, thickness begins to recover it promptly after compression opening, and having returned to the original state is shown after [ most ] 24-hour progress. If X/Z of an average cell diameter and Y/Z form a breakthrough in the extrusion-foaming sheet exceeding the range of this invention according to the comparative example 2, It is shown that the fall of tensile strength is intense, when the path of a breakthrough exceeds the range of this invention according to the comparative example 4, it is shown that a compression set becomes large, and when the number of breakthroughs is less than the range of this invention according to the comparative example 5, it is shown that a compression set becomes large.

[0074]Drawing 6 is the distortion-stress lines in 0 to 80% of distorted range measured about the open cell foaming sheet obtained in Example 6, and the extrusion-foaming sheet used in the comparative example 3. In drawing 6, the thing of Example 6 is excellent in pliability compared with the thing of the comparative example 3, and having the outstanding thickness recoverability is shown. The distortion-stress lines of drawing 6 are compressed from 0% of distortion to 80% by compression velocity 10 mm/min, and are measured by opening from 80% of distortion to 0% at the speed further.

[0075]It is shown that the open cell foaming sheet of this invention has an absorption coefficient of not less than 40% by Table 3 covering the broad frequency of 500-1600 Hz. by Table 4, the open cell foaming sheet of this invention has 200 g/m<sup>2</sup>, and the outstanding moisture vapor transmission and about 4 sec/100 ml of air permeability of 24 or more hr -- \*\* -- now, it puts in.

[0076]

[Effect of the Invention]As for the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, a breakthrough with the aperture of 0.02-1.0 mm is 5-100-piece [ /cm ] <sup>2</sup> \*\*\*\*\*.

In a rate, apparent density gravity not less than 70%  $0.013 - 0.18 \text{ g/cm}^3$ , The number of air bubbles is [ the average cell diameter  $Z$  of  $0.3-50 \text{ piece //mm} / ^3$  and a thickness direction ]  $0.1 \text{ mm}$  or more  $2.0 \text{ mm}$  or less, the ratio of the average cell diameter  $X$  of the direction of extrusion, and the average cell diameter  $Z$  of a thickness direction — the ratio of the average cell diameter  $Y$  of the cross direction where or more  $0.5$   $3.5$  or less and the direction of extrusion, and  $X/Z$  cross at right angles, and the average cell diameter  $Z$  of a thickness direction — the composition that  $Y/Z$  is  $3.0$  or less [  $0.5$  or more ] is adopted.

That is, a specific breakthrough is provided in the polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet of specific cellular shape, a cell diameter, the number of air bubbles, and apparent density gravity, and the open cell foaming sheet is constituted. Therefore, the foaming sheet of this invention is excellent in the stability, the cushioning properties, the pliability, the sound absorption nature, moisture permeability, and breathability to repeated stress. It has both outstanding pliability and tensile strength for which it was difficult to realize by open cell-ization by pinholing processing conventionally with the characteristic combination of a specific foaming sheet and a specific breakthrough.

Since it is no constructing a bridge or an extrusion-foaming sheet which consists of polyolefin system resin unconstructed a bridge substantially, it excels also in recycling efficiency.

[0077] Apparent density gravity is  $0.013 - 0.035 \text{ g/cm}^3$ , and a specific cellular breakthrough formation rate (A) has the especially outstanding pliability and recoverability by composition which is  $0.3-30$ .

[0078] Especially a polyethylene-system-resin open cell extrusion-foaming sheet especially becomes what was excellent in pliability also in the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet.

[0079] The polyethylene-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, In addition to the composition as the aforementioned open cell extrusion-foaming sheet, further, compressive hardness is  $5 - 40 \text{ kPa}$ , and  $50\%$ . If the residual strain after the after-opening  $30 \text{ second}$  passage at the time of opening wide after  $50\%$  compression adopts the composition that the residual strain after after-opening  $24\text{-hour}$  progress is  $10\%$  or less,  $50\%$  or less, It will become suitable as a core material of the chair and bed in which thickness recoverability is demanded, and if the composition that both the tensile strength of the direction of extrusion and the cross direction is  $150$  or more  $\text{kPa}$  is adopted further, it will become what was extremely excellent as a core material of a chair or a bed.

[0080] The manufacturing method of the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, The composition of forming a breakthrough is adopted by passing the gap of a needle roll and a carrier roll for a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet, rotating this needle roll and a carrier roll using the needle roll and carrier roll with which the warmed needle for breakthrough formation is formed. Therefore, a breakthrough can be easily formed only by passing a polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet for the gap of a needle roll and a carrier roll.

[0081] In the manufacturing method of the polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet of this invention, since the needle for breakthrough formation is warmed, the productivity of breakthrough formation is excellent. That is, since the warmed needle for breakthrough formation softens the foaming sheet of the periphery, a needle can be easily drawn out from a foaming sheet after breakthrough formation.

[0082]

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is a drawing in which an example of a breakthrough forming device is shown.

[Drawing 2] Drawing 2 is a drawing in which an example of the arrangement in the peripheral surface of the needle roll of the needle for breakthrough formation is shown.

[Drawing 3] Drawing 3 (a) and (b) is a drawing which each shows an example of the aperture  $L$  of a breakthrough.

[Drawing 4] Drawing 4 is the microphotograph which expanded the polyethylene-system-resin open cell extrusion-foaming sheet surface by 15 times, and photoed it.

[Drawing 5] Drawing 5 is the microphotograph which expanded the polyethylene-system-resin open cell extrusion-foaming sheet surface by 150 times, and photoed it.

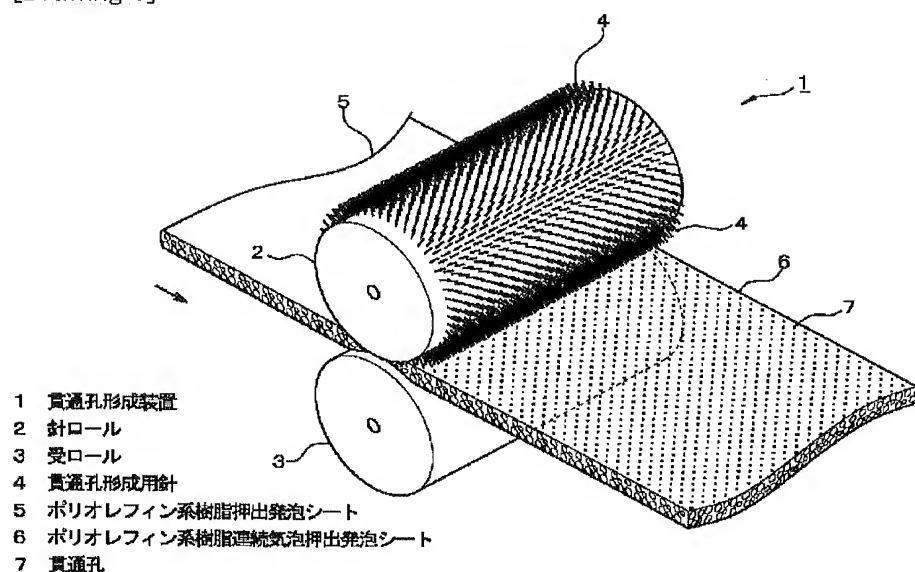
[Drawing 6] Drawing 6 is a drawing in which an example of the intensity-skew curve in measurement of the 0 to 80% compressive hardness of a polyethylene-system-resin open cell extrusion-foaming sheet is shown.

[Description of Notations]

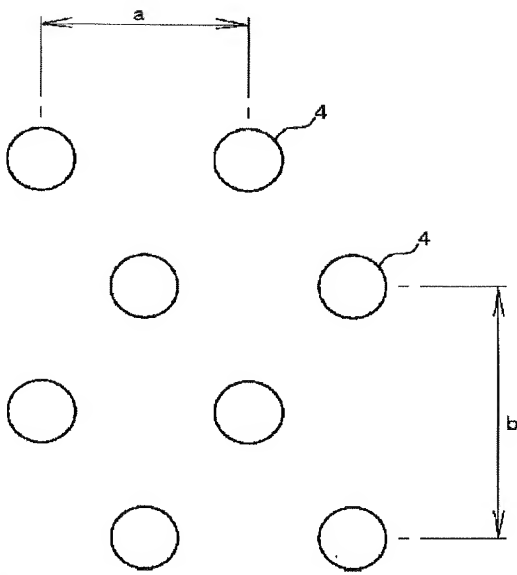
- 1 Breakthrough forming device
- 2 Needle roll
- 3 Carrier roll
- 4 The needle for breakthrough formation
- 5 Polyolefin-system-resin extrusion-foaming sheet
- 6 Polyolefin-system-resin open cell extrusion-foaming sheet

## DRAWINGS

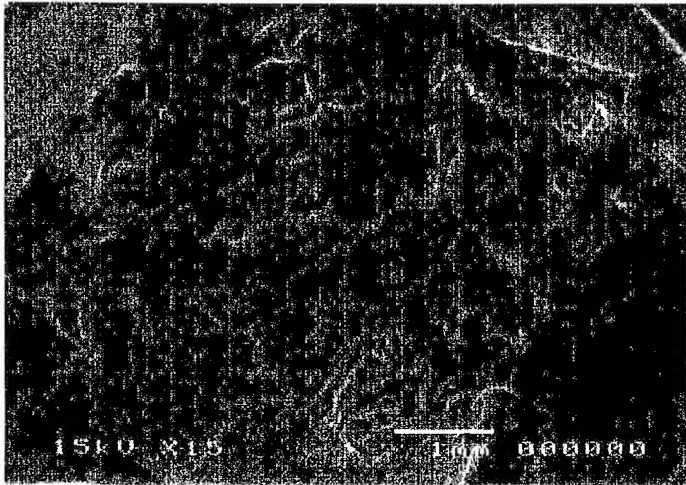
[Drawing 1]



[Drawing 2]

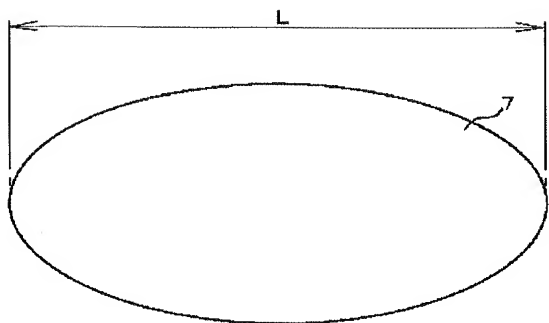


[Drawing 4]

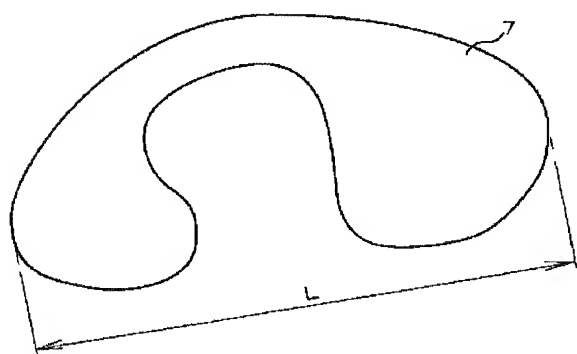


[Drawing 3]

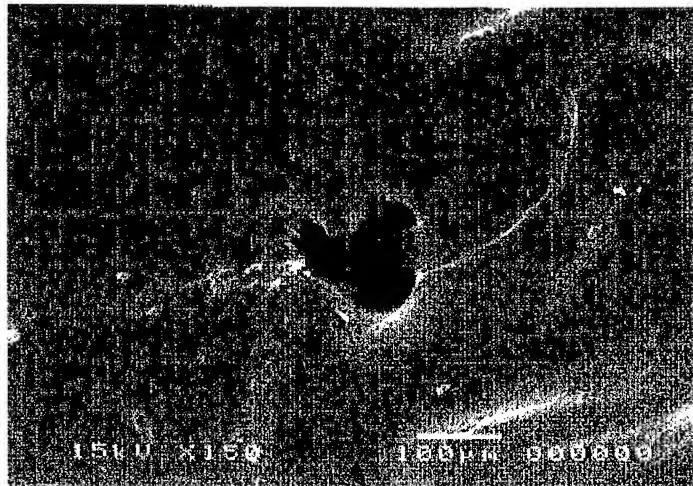
(a)



(b)



[Drawing 5]



[Drawing 6]

